

第V部門

断面修復材の違いを考慮したRC部材におけるCFRPシート補強効果の評価

神戸大学工学部 学生員 ○野中 秀一
神戸大学大学院 学生員 彭 丰

神戸大学工学部 正会員 森川 英典
神戸大学工学部 正会員 小林 秀恵

1.はじめに：近年、コンクリート構造物の補強方法として炭素繊維シート補強工法が注目されている。実施工の場合、補強するコンクリート構造物は劣化が進行した構造物であり、劣化したコンクリートをはつり取り、PCM等により断面修復を施した後に炭素繊維シート（以下CFRPシート）補強を施すことが考えられる。しかし、既往の研究¹⁾により、断面修復を施したRC部材においてCFRPシート補強効果が低下するという知見が得られている。本研究では補強効果が低下した主要因を使用したPCMの弾性係数が低かったためであると考え、弾性係数を向上させた断面修復材を使用することでFRPシート補強効果の改善を目指した。

2.試験要因：本試験で使用した供試体の概略図を図-1に示す。試験供試体は断面が150×200mm、長さ1800mmのRCはりで、スパン長は1600mm、断面修復高さを60mmとした。配筋はD13鉄筋を圧縮側、引張側にそれぞれ2本配置し、D6スターラップを100mm間隔で配置した。断面修復は、所定の高さまでコンクリートを打設後、遅延材により打ち継ぎ界面のセメントを除去した後に脱型し、湿潤養生した。2週間の養生後、打ち継ぎ界面および主鉄筋にプライマーを塗布し、PCMを打設した。FRPシートは、幅75mm長さ1500mmのものを使用し、コンクリート表面にプライマー、不陸修正材であるパテの順に施工した後、貼付けた。試験要因を表-1に示す。試験要因は、断面修復の有無および断面修復材の違い(PCM, PCM(水))、打ち継ぎ界面および主鉄筋へのプライマーの塗布の有無、CFRPシート補強の有無とする。ただし、PCM(水)はPCMの硬化剤を水に置換した断面修復材である。使用した断面修復材の材料特性を表-2に示す。表-2より、本研究で使用したPCMは既往の研究で使用したものより弾性係数が高く、コンクリートに近い値をとっていることがわかる。また、図-2にPCMの付着応力-すべり関係を示す。図-2より、プライマーを塗布することで付着すべり開始応力は向上するが、付着すべり発生後の抵抗力が低下していることがわかる。さらに、PCM(水)を使用し、プライマーを塗布した場合、付着すべり発生後の抵抗力が著しく低下していることがわかる。

3.試験結果および考察：試験結果(表-3)において、部材降伏とは荷重-中央たわみ関係において急激に傾きが変わることと定義する。無補強供試体において、PCMによる断面修復を施した供試体は無補強供試体と比較して、部材降伏荷重に差異は見られず、最大荷重において、若干の低下が見られるが、大きな差異がないことから、既往の研究¹⁾の傾向と合致していることがわかる。また、プライマーを塗布し、PCM(水)による断面修復を施した場合、最大荷重が大きく低下していることがわかる。一方、CFRPシート補強供試体において、部材降伏荷重および最大荷重に大きな差異がみられないことがわかる。これは、PCMによる断面修復

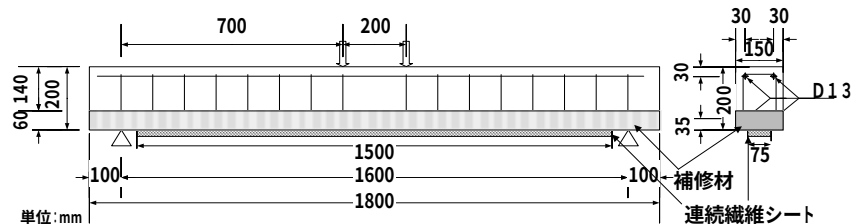


図-1 供試体概略図

表-1 試験要因

供試体名	補修材	打ち継ぎ界面 プライマー	CFRP シート補強
C-N	補修なし	○	○
C-C	補修なし	○	○
HN-N	PCM	○	○
HN-C	PCM	○	○
HP-N	PCM	○	○
HP-C	PCM	○	○
WP-N	PCM(水)	○	○
WP-C	PCM(水)	○	○

表-2 材料特性

使用材料	弾性係数 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)
コンクリート	28454.0	32.2
PCM	17369.0	49.4
PCM(水)	23227.5	62.0
PCM(既往研究)	12390.0	35.9

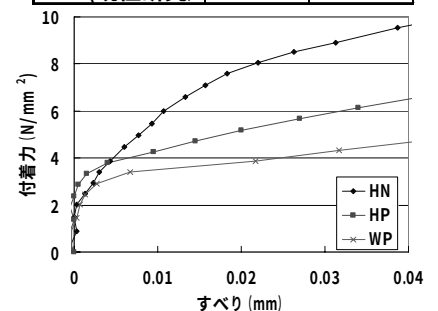


図-2 付着応力-すべり関係(PCM)

表-3 試験結果

供試体名	部材降伏 荷重(kN)	最大荷重時	
		荷重(kN)	耐力比
C-N	41.83	48.00	1.15
HN-N	42.26	45.27	1.07
HP-N	41.58	45.31	1.09
WP-N	41.78	42.70	1.02
C-C	49.08	57.22	1.19
HN-C	50.89	56.43	1.25
HP-C	49.43	56.09	1.24
WP-C	51.58	57.02	1.34

を施すと CFRP シート補強効果が低下するとした既往の研究¹⁾の結果と異なっている。

(a)無補強における各供試体の検討：無補強時における荷重-中央たわみ関係

(図-3)より、PCM で断面修復を施した供試体では、部材降伏直後における荷重の低下が見られるものの、最大荷重に大きな差異が見られないことがわかる。

したがって、PCM による断面修復による耐力への影響は小さいと考えられる。また、プライマーを塗布した供試体 (HP-N) とプライマーを塗布していない供試体 (HN-N) に大きな差異が見られないことから、PCM を使用した場合、プライマーを塗布することによる影響も小さいと考えられる。一方、PCM (水) による断面修復を施した供試体では、ひび割れ性状 (図-4) から、他の供試体と比較して、終局時における支配的なひび割れ (図-4 の太線) の分散性が低いことがわかる。また、PCM (水) を使用し、プライマーを塗布した場合の付着すべり発生後の抵抗力が小さいことから、主鉄筋の付着すべりが進展し、ひび割れの開口が局所化したために、最大荷重が低下したと考えられる。

(b)補強時における各供試体の検討：CFRP シート補強時における荷重-中央たわみ関係 (図-3) より、無補修供試体 (C-C) と断面修復を施した供試体 (HN-C, HP-C, WP-C) に大きな差異は見られず、断面修復による CFRP 補強効果への影響は小さいと考えられる。これは、既往の研究¹⁾で用いられた PCM と比較して、本研究で使用了 PCM の弾性係数が高かったために、断面修復部の変形が抑制され、ひび割れが生じにくくなったため、最大荷重が無補修供試体と同等になったと考えられる。次に、PCM(水)による断面修復を施した場合、無補強では最大荷重が大きく低下したにも関わらず、CFRP 補強を施すと無補修供試体とほぼ等しい最大荷重をとった原因を考察する。WP-C 供試体の部材降伏時鉄筋ひずみ分布に勾配が見られないことが確認されており、無補強の場合と同様に付着すべりが生じていると考えられる。しかし、ひび割れ性状 (図-5) より WP-C のひび割れ本数が多いことから、CFRP 補強を施していることにより、シートが荷重を分担し、新たなひび割れが生じたと考えられる。これにより、ひび割れの局所的な開口が抑制され、ピーリングが生じにくくなったことで、シートがはく離しにくくなり、最大荷重が無補修供試体と同等になったと考えられる。

4.まとめ：以下に本研究で得られた知見についてまとめる。

- ・ 弾性係数がコンクリートに近い PCM を使用した断面修復が CFRP シート補強効果へ与える影響は小さい。
- ・ PCM (水) を使用し、プライマーを塗布した断面修復を施した CFRP 補強供試体において、主鉄筋の付着すべりを生じることでひび割れの分散性が向上し、シートはく離が生じにくくなった。

謝辞：実験に際してご協力いただきましたコニシ(株)、日鉄コンポジット(株)に深く感謝いたします。

[参考文献] 1) 彭丰, 森川英典, 梶田宏行, 小林秀恵: 断面修復を施した RC はりの炭素繊維シート補強に関する実験, 土木学会関西支部年次学術講演集, V-50, 2005.5.

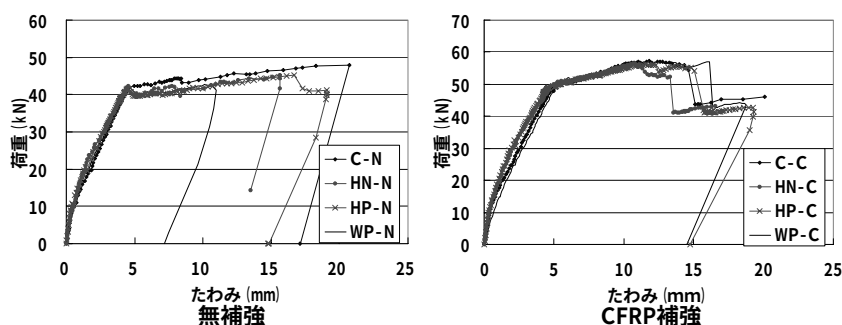


図-3 荷重-中央たわみ関係

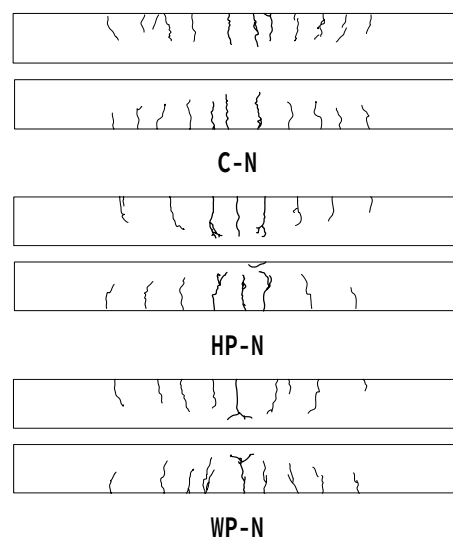


図-4 ひび割れ性状 (無補強)

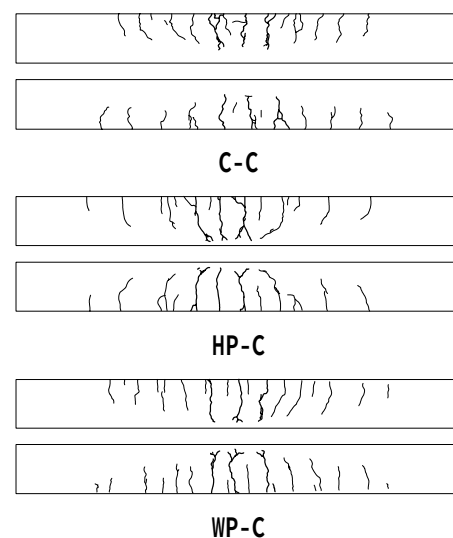


図-5 ひび割れ性状 (CFRP 補強)